

Bragg network extensometer for monitoring works of art, comprises optical fibre which has Bragg networks inscribed within and is covered by a reinforced plastic core also measuring equipment

Numéro du brevet: FR2791768
Date de publication: 2000-10-06
Inventeur: MAGNE SYLVAIN; DEWYNTER MARTY
 VERONIQUE; FERDINAND PIERRE; BUGAUD
 MICHEL
Demandeur: COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE (FR)
Classification:
 - internationale G01B11/16; G01L1/24
 - européenne G01B11/18; G01D5/353; G01L1/24B; G01M11/08F
Numéro de demande: FR19990004084 19990401
Numéro(s) de priorité: FR19990004084 19990401

Également publié en tant que



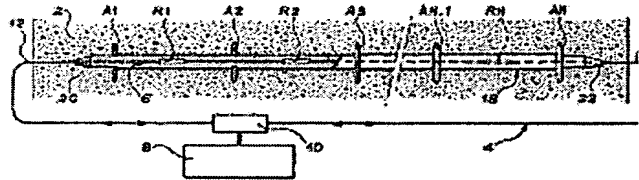
WO0060312 (A1)
 EP1166040 (A1)

BEST AVAILABLE COPY

Report a data error here

Abrégé pour FR2791768

The extensometer consists of an optical fibre (4) which has Bragg networks (Rn) formed internally by photoincription and is connected to an optical switch and measurement unit (10,8). A reinforced plastic core (6) is co-extruded around the glass fibre and makes contact with the host material (2). Anchors (An) are firmly connected to the core and placed on either side of each Bragg network



Les données sont fournies par la banque de données esp@cenet - Worldwide

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
**INSTITUT NATIONAL
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
 PARIS

⑪ N° de publication : **2 791 768**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

⑫ N° d'enregistrement national : **99 04084**

⑬ Int Cl⁷ : G 01 B 11/16, G 01 L 1/24

⑭

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑮ Date de dépôt : 01.04.99.

⑯ Priorité :

⑰ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 06.10.00 Bulletin 00/40.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑲ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑳ Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE Etablissement de caractère scientifique techni-
que et industriel — FR.

㉑ Inventeur(s) : MAGNE SYLVAIN, DEWYNTER
MARTY VERONIQUE, FERDINAND PIERRE et
BUGAUD MICHEL.

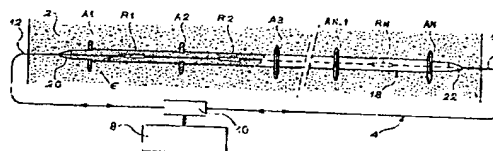
㉒ Titulaire(s) :

㉓ Mandataire(s) : BREVATOME.

㉔ **EXTENSOMETRE A RESEAU DE BRAGG ET PROCEDE DE FABRICATION DE CET EXTENSOMETRE.**

㉕ Extensomètre à réseau de Bragg et procédé de fabri-
cation de cet extensomètre.

Cet extensomètre comprend une fibre optique (4), dans
laquelle est formé au moins un réseau de Bragg (R1... RN),
et un jonc (6) qui enrobe la fibre et qui est noyé dans un ma-
tériel-hôte (2). Selon le procédé, on forme le jonc autour de
la fibre par co-extrusion. L'invention s'applique notamment
à la surveillance d'ouvrages d'art.



FR 2 791 768 - A1



EXTENSOMÈTRE À RÉSEAU DE BRAGG ET PROCÉDÉ DE
FABRICATION DE CET EXTENSOMÈTRE

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

5 La présente invention concerne un extensomètre à réseau Bragg ainsi qu'un procédé de fabrication de cet extensomètre.

Elle est notamment utilisable dans le domaine du génie civil, pour la surveillance d'ouvrages d'art et de bâtiments.

10 L'invention permet de mesurer des déformations relatives jusqu'à des niveaux aussi petits que la microdéformation (une microdéformation étant une déformation pour laquelle la variation relative de
15 longueur $\Delta L/L$ est égale à 10^{-6}).

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

En ce qui concerne les transducteurs à réseau de Bragg on pourra consulter les documents [1] à [4] qui sont mentionnés à la fin de la présente description.

20 On sait aussi qu'un extensomètre comprend un corps d'épreuve qui est rendu solidaire de la structure à surveiller (structure naturelle, comme par exemple une montagne, ou une structure artificielle,
25 comme par exemple un ouvrage d'art ou un bâtiment) de

telle manière que les déformations de cette structure soient transmises le plus fidèlement possible au corps d'épreuve.

Un transducteur permettant de mesurer ces
5 déformations est fixé à ce corps d'épreuve.

En tant que transducteur, il est connu d'utiliser une jauge à fil, qui est associée à un corps d'épreuve formé, par exemple, par un tube métallique rempli d'un matériau tel que la magnésie, ce matériau
10 étant traversé par le fil, ou une jauge à cordes vibrantes ou un transformateur différentiel linéaire ou une fibre optique qui est alors associée à un corps d'épreuve formé par un tube métallique ou un fer à béton et comprenant éventuellement une saignée latérale
15 dans laquelle est collée la fibre.

Ces transducteurs connus présentent des inconvénients.

Une jauge à fil subit un fluage non négligeable par rapport au corps d'épreuve associé et
20 la distance entre les points d'ancrage permettant de rendre le corps d'épreuve solidaire de la structure à surveiller, distance qui est appelée « longueur d'intégration » ou « longueur de base de l'extensomètre », est réduite à quelques centimètres.

25 Une jauge à cordes vibrantes est encombrante, nécessite des étalonnages et la distance entre les points d'ancrage est inférieure à environ 30 cm.

Un transformateur différentiel linéaire est
30 volumineux et coûteux, nécessite un nombre élevé de

connexions et la distance entre les points d'ancrage est inférieure à environ 1 mètre.

Une jauge à fibre optique associée à un tube métallique subit également un fluage non
5 négligeable par rapport à ce tube métallique.

Il en est de même pour une jauge à fibre associée à un fer à béton. De plus une telle jauge ne permet qu'une mesure ponctuelle car elle ne comporte pas deux points d'ancrage mais un ancrage continu qui
10 est dû aux aspérités du fer à béton et qui est affecté par la dilatation différentielle du fer par rapport au béton.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention a pour objet un
15 extensomètre dont le transducteur comprend au moins un réseau de Bragg formé sur une fibre optique, transducteur dont le fluage par rapport au corps d'épreuve de l'extensomètre est très inférieur au fluage qui se produit dans les extensomètres connus,
20 mentionnés plus haut.

De façon précise, la présente invention a pour objet un extensomètre caractérisé en ce qu'il comprend :

- une fibre optique dans laquelle est formé au moins un
25 réseau de Bragg (« Bragg grating »), et
- un corps d'épreuve destiné à être noyé dans un matériau-hôte et comprenant un jonc (« rod ») qui enrobe une partie de la fibre optique contenant ce réseau de Bragg,

toute déformation du matériau-hôte étant ainsi transmise à ce réseau de Bragg par l'intermédiaire du jonc, ce réseau de Bragg étant alors apte à modifier une lumière se propageant dans la fibre, la déformation
5 du matériau-hôte étant déterminée à partir de la lumière modifiée.

Selon un mode de réalisation particulier de l'extensomètre objet de l'invention, ce dernier comprend en outre, pour chaque réseau de Bragg, deux
10 moyens d'ancrage destinés à ancrer le corps d'épreuve dans le matériau-hôte, ces deux moyens d'ancrage étant rendus rigidement solidaires du jonc et placés de part et d'autre du réseau de Bragg leur correspondant.

Chaque moyen d'ancrage comprend par exemple
15 un élément mécanique percé qui est traversé par le jonc et rendu rigidement solidaire de celui-ci, par exemple par sertissage.

L'extensomètre objet de l'invention peut comprendre en outre un revêtement qui recouvre le jonc
20 et s'étend entre les deux moyens d'ancrage placés de part et d'autre du réseau de Bragg, ce revêtement étant apte à empêcher le matériau-hôte de se lier au jonc.

La fibre optique peut être en matière plastique ou en silice.

25 Cette fibre optique peut comprendre une gaine protectrice.

Selon un mode de réalisation préféré de l'extensomètre objet de l'invention, le jonc est en matière plastique.

30 Cette matière plastique peut contenir des moyens de renforcement.

Ces moyens de renforcement sont par exemple des fibres de verre.

L'extensomètre objet de l'invention peut comprendre en outre deux embouts de protection
5 respectivement placés aux deux extrémités du corps d'épreuve et destinés à la protection mécanique de ces extrémités.

La présente invention concerne aussi un procédé de fabrication de l'extensomètre objet de
10 l'invention, procédé dans lequel le jonc est formé autour de la fibre optique par co-extrusion.

Il faut bien entendu que le le matériau à partir duquel on forme le jonc soit chimiquement et physiquement compatible avec la fibre optique de
15 manière à permettre la co-extrusion.

L'invention possède tous les avantages qui sont liés aux jauges à réseau de Bragg (notamment l'absence de dérive dans le temps, la précision et les aptitudes métrologiques qui en découlent, ainsi que le
20 faible coût).

On consultera les documents [1] à [4] mentionnés plus haut où un certain nombre d'avantages de telles jauges sont mentionnés.

De plus, l'utilisation de la fibre optique
25 conduit à une insensibilité à l'environnement électromagnétique et à une souplesse de mise en œuvre.

L'intérêt de l'invention réside aussi dans sa nature modulaire et versatile qui est adaptée aux exigences d'incorporation, de longueur de base et de
30 compatibilité mécanique avec les structures-hôtes, que

celles-ci soient naturelles (le sol par exemple) ou artificielles (par exemple un bâtiment en béton).

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- ♦ la figure 1 est une vue en coupe longitudinale schématique d'un mode de réalisation particulier de l'extensomètre objet de l'invention, et
- ♦ la figure 2 est une vue en coupe longitudinale schématique d'une extrémité de l'extensomètre de la figure 1.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

L'extensomètre conforme à l'invention, qui est schématiquement représenté en coupe longitudinale sur la figure 1, est destiné à mesurer les déformations (contractions ou dilatations) d'un matériau-hôte qui, dans l'exemple représenté, est un ouvrage d'art en béton.

On voit sur la figure 1 la partie en béton 2 de cet ouvrage dont on veut étudier les déformations au moyen de cet extensomètre.

Ce dernier comprend une fibre optique 4 de préférence monomode, par exemple en plastique ou en silice.

Dans le cœur de cette fibre optique est formé (par photo-inscription) au moins un réseau de Bragg.

Dans l'exemple représenté la fibre optique
5 comprend plusieurs réseaux de Bragg notés R1, R2 ...
RN.

L'extensomètre de la figure 1 comprend aussi un corps d'épreuve noyé dans le béton et comprenant un jonc 6 qui enrobe une partie de la fibre
10 optique contenant les réseaux de Bragg et s'étend le long de cette partie.

Le jonc est en matière plastique. Il est par exemple formé à partir d'une résine époxy ou de polyester.

15 On verra d'ailleurs dans la suite un procédé permettant de fabriquer ce jonc autour de la fibre (procédé dit de co-extrusion).

Ce jonc peut, si on le souhaite, contenir des moyens de renforcement de la matière plastique dont
20 il est fait.

Ces moyens de renforcement sont par exemple des fibres, ou mèches, de verre ou de carbone ou d'aramide.

On précise que la fibre optique peut être
25 munie d'une gaine protectrice par exemple en une matière plastique telle que le polyimide mais, comme on le verra dans la description de la figure 2, cette gaine protectrice peut être enlevée sur la plus grande partie de la fibre qui se trouve dans le jonc.

30 On voit sur la figure 1 des moyens de mesure 8 permettant « d'interroger » les réseaux de

Bragg et de mesurer les déformations subies par le béton.

Ces moyens de mesure 8 sont prévus pour envoyer dans la fibre optique 4 des lumières de longueurs d'onde différentes (par exemple autant de
5 longueurs d'onde qu'il y a de réseaux de Bragg).

Toute déformation du béton est transmise à un réseau de Bragg par l'intermédiaire du jonc 6. Ce réseau de Bragg modifie alors la lumière qui lui
10 correspond et cette lumière retourne aux moyens de mesure 8 par l'intermédiaire de la fibre optique et la déformation du béton est déterminée par ces moyens de mesure à partir de la lumière ainsi modifiée.

Dans l'exemple représenté les moyens de
15 mesure 8 sont reliés à la fibre optique par l'intermédiaire d'un commutateur optique 10 permettant d'alternier l'interrogation (envoi et récupération de lumière) des réseaux de Bragg, cette interrogation ayant lieu alternativement par un côté 12 de la fibre
20 optique puis par l'autre côté 14 de cette fibre et ainsi de suite.

Cependant dans un mode de réalisation plus simple (non représenté) on peut interroger les réseaux de Bragg par un seul côté de la fibre optique, l'autre
25 côté étant libre c'est-à-dire non relié à l'extensomètre.

Dans un autre mode de réalisation non représenté on peut envoyer les lumières dans les réseaux de Bragg par un côté de la fibre optique et
30 récupérer des lumières éventuellement modifiées par

l'autre côté de la fibre optique pour mesurer les déformations du béton.

L'extensomètre de la figure 1 comprend aussi, pour chaque réseau de Bragg, deux moyens
5 d'ancrage destinés à ancrer le corps d'épreuve dans le matériau hôte, le béton par exemple. Ces deux moyens d'ancrage sont rendus rigidement solidaires du jonc 6 et placés de part et d'autre du réseau de Bragg qui leur correspond.

10 Dans l'exemple représenté on utilise autant de moyens d'ancrage qu'il y a de réseaux de Bragg plus un et ces moyens d'ancrage sont respectivement notés A1, A2, A3 ... AN-1 et AN.

15 Chaque moyen d'ancrage, sauf les deux moyens d'ancrage respectivement placés aux deux extrémités du corps d'épreuve, est donc commun à deux réseaux de Bragg. Par exemple le moyen d'ancrage A2 est commun aux réseaux de Bragg R1 et R2.

20 Chaque moyen d'ancrage comprend un élément mécanique percé (rondelle) 16 (figure 2) qui est traversé par le jonc 6 et rendu rigidement solidaire de ce dernier comme on le verra dans la description de la figure 2.

25 L'extensomètre de la figure 1 peut comprendre en outre un revêtement 18 qui recouvre le jonc 6 et s'étend entre les moyens d'ancrage.

Ce revêtement 18 est prévu pour empêcher le béton de se lier au jonc 6. Il est choisi de manière à ne pas perturber les mesures par suite de dilatations
30 différentielles.

Ce revêtement consiste par exemple en un tube en polychlorure de vinyle ou en matériau silicone entourant la périphérie du jonc entre deux moyens d'ancrage adjacents.

5 L'extensomètre de la figure 1 comprend aussi deux embouts de protection 20 et 22 respectivement placés aux deux extrémités du corps d'épreuve et destinés à la protection mécanique de ces extrémités.

10 Le choix de la matière plastique dont on forme le jonc 6 et qui est éventuellement renforcée dépend des exigences de rigidité requises. On choisit cette rigidité en fonction par exemple de la granulométrie du béton.

15 La distance entre deux moyens d'ancrage adjacents représente la longueur d'intégration (encore appelée « longueur de base » ou « base de mesure » ou tout simplement « base »).

20 Chaque longueur de base est prédéfinie lors de la fabrication de l'extensomètre en fonction de l'utilisation de ce dernier.

L'utilisation du revêtement 18 entre deux moyens d'ancrage adjacents permet de s'assurer que les déformations subies par le réseau de Bragg qui se trouve entre ces deux moyens d'ancrage correspondent bien à l'intégrale des déformations induites par la somme des contraintes présentes entre ces deux moyens d'ancrage.

30 On peut aussi réaliser un extensomètre conforme à l'invention ne comprenant aucun moyen d'ancrage et muni ou non d'un revêtement tel que le

revêtement 18. Un tel extensomètre permet de faire des mesures ponctuelles dans chaque zone où se trouve un réseau un Bragg. Un tel extensomètre peut d'ailleurs comprendre un seul réseau de Bragg.

5 En variante, un extensomètre conforme à l'invention peut comprendre une ou plusieurs longueurs de base très courtes, de l'ordre de quelques centimètres, chaque longueur de base étant délimitée par deux moyens d'ancrage convenablement dimensionnés
10 qui sont donc proches l'un de l'autre, avec éventuellement un revêtement tel que le revêtement 18 entre ces deux moyens d'ancrage. Un tel extensomètre permet encore de faire une mesure ponctuelle dans chaque zone délimitée par deux moyens d'ancrage.

15 La figure 2 montre une extrémité de l'extensomètre de la figure 1 en coupe longitudinale schématique.

On voit l'extrémité du jonc 6 ainsi que la fibre optique 4 qui sort de cette extrémité du jonc.

20 On précise que l'autre extrémité du corps d'épreuve est identique à l'extrémité que l'on voit sur la figure 2.

Dans l'exemple représenté sur cette figure 2 la fibre optique a été privée de sa gaine protectrice
25 24 dans la majeure partie du jonc. Cette gaine protectrice subsiste dans l'extrémité représentée sur la figure 2 et à l'extérieur du corps d'épreuve (comme on le voit sur la gauche de la figure 2).

Un tube 26 par exemple en plastique ou en
30 polymère s'étend à partir de l'extrémité du jonc sur une certaine longueur et recouvre ainsi une partie de

la gaine de protection 24 de la fibre 4 ainsi qu'une partie de la fibre privée de gaine protectrice.

5 A la suite de l'extrémité du jonc (partie gauche de la figure) est prévu un câble flexible 30 par exemple en PVC ou en plastique, voire métallique, qui s'étend sur une certaine longueur de la gaine protectrice de la fibre.

10 Un fourreau 32 par exemple en bronze s'étend à l'extrémité du jonc sur une certaine longueur jusqu'à un niveau où il se trouve autour de la partie de fibre optique privée de gaine protectrice.

Ce fourreau est serti au jonc.

15 On voit aussi sur la figure 2 l'embout de protection 20 correspondant à cette extrémité. Cet embout est par exemple en silicone.

Une partie de cet embout est emmanchée sur le jonc et recouverte par une extrémité du fourreau.

Cette partie de l'embout comprise entre le jonc et le fourreau est en outre collée à ces derniers.

20 On voit aussi que cet embout s'étend sur une partie du câble flexible 30.

On voit de plus le tube 18 qui s'étend au-dessus du fourreau et l'un des moyens d'ancrage. Ce dernier est constitué par une rondelle métallique 16
25 qui est emmanchée sur une extrémité de ce tube 18 et qui est maintenue dans cette position grâce à un écrou 34 vissé sur le fourreau qui comporte un filetage à cet effet.

30 Dans une variante non représentée, on utilise en tant que moyen d'ancrage une rondelle de grand diamètre extérieur, par exemple en tôle perforée,

et l'on maintient cette rondelle de grand diamètre entre deux écrous vissés sur le fourreau comportant un filetage à cet effet. Cette variante est utilisable même si l'on n'utilise pas le tube 18 ou si ce tube 18
5 est remplacé par une couche ayant la même fonction que ce tube, c'est-à-dire prévue pour empêcher une liaison entre le béton et le jonc.

En ce qui concerne le ou les moyens d'ancrage qui ne se trouvent pas aux extrémités du jonc
10 6, chacun de ces moyens d'ancrage peut être une rondelle (non représentée) prévue pour être emmanchée par ses deux côtés sur les deux tubes qui sont du genre du tube 18 et sont de part et d'autre de cette rondelle.

15 Dans une variante (non représentée) on utilise un fourreau intermédiaire fileté que l'on peut sertir sur le jonc et sur lequel on place la rondelle alors maintenue en position entre deux écrous vissés sur ce fourreau.

20 On explique maintenant la formation du jonc autour de la fibre optique.

On utilise pour ce faire un procédé connu sous le nom de Spirglass dont l'utilisation est connue pour fabriquer des objets cylindriques.

25 Ce procédé consiste en une co-extrusion : dans la machine de co-extrusion on prévoit une bobine de fibre optique et l'on forme autour de cette fibre optique le jonc à partir d'une résine époxy. Si l'on veut renforcer la résine époxy on prévoit également
30 dans la machine plusieurs bobines de fibres de verre

(qui se déroulent au fur et à mesure de la fabrication du fourreau).

Les documents cités dans la présente
5 description sont les suivants :

- [1] EP 0713084 A, Micro-système optique de type rosette
de jauges de contraintes à guides diélectriques, pour
la mesure d'une contrainte longitudinale en structure
plane, invention de Pierre Ferdinand, Sylvain Magne
10 et Stéphane Rougeault
- [2] Demande internationale PCT/FR 98/00563, numéro de
publication internationale WO 98/43119, Dispositif de
démultiplexage des raies spectrales contenues dans un
spectre optique, invention de Sylvain Magne, Pierre
15 Ferdinand et Gilles Grand
- [3] Demande internationale PCT/FR 98/01118, numéro de
publication internationale WO 98/55835, Dispositif de
lecture des raies spectrales contenues dans un
spectre optique, invention Sylvain Magne, Pierre
20 Ferdinand et Gilles Grand
- [4] EP 0887619 A Système d'alimentation et de
transmission pour capteur à fibre optique, intégré
dans une structure amagnétique, et module
d'alimentation et de réception associé, invention de
25 Michel Bugaud, François de Dieuleveult, Jean-Claude
Lecompte et Sylvain Magne.

REVENDEICATIONS

1. Extensomètre caractérisé en ce qu'il comprend :

- une fibre optique (4) dans laquelle est formé au moins un réseau de Bragg (R1 ... RN), et
 - un corps d'épreuve destiné à être noyé dans un matériau-hôte (2) et comprenant un jonc (6) qui enrobe une partie de la fibre optique contenant ce réseau de Bragg,
- 10 toute déformation du matériau-hôte étant ainsi transmise à ce réseau de Bragg par l'intermédiaire du jonc, ce réseau de Bragg étant alors apte à modifier une lumière se propageant dans la fibre, la déformation du matériau-hôte étant déterminée à partir de la
- 15 lumière modifiée.

2. Extensomètre selon la revendication 1, comprenant en outre, pour chaque réseau de Bragg, deux moyens d'ancrage (A1 ... AN) destinés à ancrer le corps d'épreuve dans le matériau-hôte, ces deux moyens

20 d'ancrage étant rendus rigidement solidaires du jonc (6) et placés de part et d'autre du réseau de Bragg leur correspondant.

3. Extensomètre selon la revendication 2, dans lequel chaque moyen d'ancrage comprend un élément

25 mécanique percé (16) qui est traversé par le jonc (6) et rendu rigidement solidaire de celui-ci.

4. Extensomètre selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, comprenant en outre un revêtement (18) qui recouvre le jonc et s'étend entre

30 les deux moyens d'ancrage placés de part et d'autre du

réseau de Bragg, ce revêtement étant apte à empêcher le matériau-hôte (2) de se lier au jonc (6).

5. Extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la fibre optique (4) est en matière plastique ou en silice.

6. Extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la fibre optique (4) comprend une gaine protectrice.

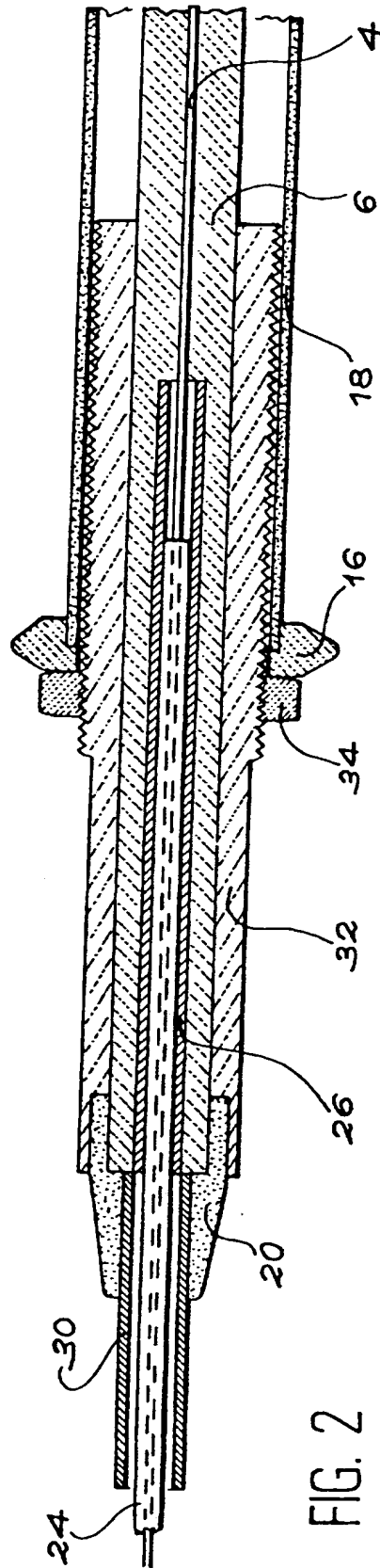
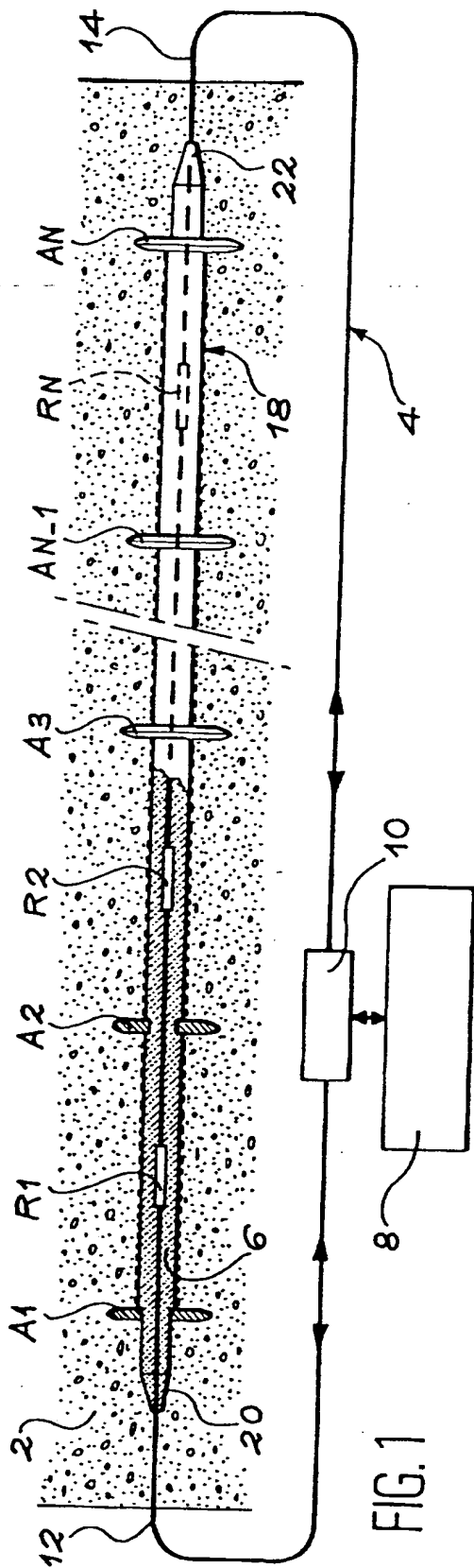
7. extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le jonc (6) est en matière plastique.

8. Extensomètre selon la revendication 7, dans lequel cette matière plastique contient des moyens de renforcement.

9. Extensomètre selon la revendication 8, dans lequel ces moyens de renforcement sont des fibres de verre.

10. Extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant en outre deux embouts de protection (20, 22) respectivement placés aux deux extrémités du corps d'épreuve et destinés à la protection mécanique de ces extrémités.

11. Procédé de fabrication de l'extensomètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le jonc (6) est formé autour de la fibre optique (4) par co-extrusion.



RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement
national 2791768FA 570117
FR 9904084

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	FRANK A ET AL: "Characterization of embedded optical fiber Bragg grating sensors" RELIABILITY OF PHOTONICS MATERIALS AND STRUCTURES. SYMPOSIUM, RELIABILITY OF PHOTONICS MATERIALS AND STRUCTURES. SYMPOSIUM, SAN FRANCISCO, CA, USA, 13-16 APRIL 1998, pages 397-402, XP000853898 1998, Warrendale, PA, USA, Mater. Res. Soc, USA ISBN: 1-55899-437-8 * le document en entier *	1,5-9,11
X	EP 0 438 757 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 31 juillet 1991 (1991-07-31) * colonne 4, ligne 54 - colonne 5, ligne 23 *	1
X	WO 95 14917 A (GRUMMAN AEROSPACE CORP) 1 juin 1995 (1995-06-01) * abrégé *	1
X	US 5 767 411 A (MARON ROBERT J) 16 juin 1998 (1998-06-16) * colonne 4, ligne 66 - colonne 5, ligne 61 *	1
A	* colonne 7, ligne 7 - ligne 20; figure 2 *	4
A	US 4 636 638 A (HUANG SHIH L ET AL) 13 janvier 1987 (1987-01-13) * colonne 2, ligne 33 - ligne 65; figure 2 *	1-3
A	US 4 477 725 A (ASAWA CHARLES K ET AL) 16 octobre 1984 (1984-10-16) * colonne 5, ligne 45 - ligne 65; figure 1 *	2
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
22 novembre 1999		Arca, G
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.